

(19) Japanese Patent Office (JP)

(12) Publication of Patent Application (A)

(11) Publication Number of Patent Application:  
JP-A-2003-282423 (P2003-282423A)

(43) Date of Publication of Application: Oct. 3rd, 2003

(51) Int. Cl.<sup>7</sup> Identification Number

H01L 21/027

G01B 11/00

G03F 7/20 521

FI Theme code (reference)

G01B 11/00 B 2F065

G03F 7/20 521 5F046

H01L 21/30 541L 5F056

531A

Request for Examination: not made

Number of claim: 19 (9 pages in total)

(21) Application Number: 2002-87678 (P2002-87678)

(22) Application Date: March 27th, 2002

(71) Applicant: Hitachi High-Technologies Corporation  
1-24-14, Nishi-Shinbasi, Minato-ku, Tokyo

(71) Applicant: Canon Inc.  
3-30-2, Shimomaruko, Ota-ku, Tokyo

(72) Inventor: Masaki MIZUOCHI  
Naka Division, Design/Production Group,  
Hitachi High-Technologies Corporation

882, Oaza Ichige, Hitachinaka-shi, Ibaraki

(74) Agent: Patent Attorney Katsuo OGAWA (other 1)

(72) Inventor: Yoshio FUKUSHIMA

Naka Division, Design/Production Group,

Hitachi High-Technologies Corporation

882, Oaza Ichige, Hitachinaka-shi, Ibaraki

(72) Inventor: Shin MATSUI

Canon Inc.

3-30-2, Shimomaruko, Ota-ku, Tokyo

F terms (reference) 2F065 AA01 AA06 AA20 BB02 BB25

CC17 DD06 DD14 EE05 FF55

FF61 GG04 PP12 RR09

5F046 AA22 CC01 CC03 CC16 DA07

DA27 DB05 DC10 GA08 GA14

5F056 CB05 CB22 EA12 EA14 EA16

EA17

(54) [Title of the Invention]

CONSTANT PRESSURE CHAMBER, IRRADIATION APPARATUS USING THE  
SAME, CIRCUIT PATTERN MANUFACTURING APPARATUS AND CIRCUIT  
PATTERN TEST APPARATUS

(57) [Abstract]

[Problem] To improve the yields of a sample having a pattern  
formed thereon.

[Means of Resolution] A sample room 3 is surrounded by a constant pressure chamber 2, a constant vacuum pressure is achieved within the sample room 3 by a vacuum pump 50, pressure control means 80 adjusts the pressure within the constant pressure chamber 2 such that the vacuum pressure of the sample room 3 is held constant.

[Claims]

[Claim 1]

A constant pressure chamber comprising a constant pressure chamber surrounding a sample room, a vacuum pump achieving a constant vacuum pressure within the sample room, and pressure control means provided for the constant pressure chamber for adjusting a pressure within the constant pressure chamber such that the vacuum pressure within the sample room is held constant.

[Claim 2]

A constant pressure chamber comprising a constant pressure chamber surrounding a sample room, a vacuum pump achieving a constant vacuum pressure within the sample room, and a vacuum pump for the constant pressure chamber provided for the constant pressure chamber to reduce a pressure within the constant pressure chamber to a pressure equal to or lower than an atmospheric pressure such that the vacuum pressure within the sample room is held constant.

[Claim 3]

An irradiation apparatus using a constant pressure chamber comprising a sample room having irradiation means irradiating a sample with energy such as an electron, light, and laser in a pattern, the constant pressure chamber surrounding the sample room, a vacuum pump achieving a constant vacuum pressure within the sample room, and pressure control means provided for the constant pressure chamber for adjusting a pressure within the constant pressure chamber such that the vacuum pressure within the sample room is held constant.

[Claim 4]

A constant pressure chamber and an irradiation apparatus using the constant pressure chamber, comprising a sample room supporting a stage moving a sample, an interferometer used for length measurement of a sample position with a laser optical component, and a column having a projection optical system processing the sample, and holding the interior at a constant vacuum pressure with a vacuum pump, the constant pressure chamber surrounding the sample room and a portion of the column, and pressure control means provided for the constant pressure chamber for adjusting a pressure within the constant pressure chamber such that the vacuum pressure within the sample room is held constant.

[Claim 5]

A constant pressure chamber comprising a sample room

supporting a stage moving a sample, an interferometer used for length measurement of a sample position with a laser optical component, and a column having a projection optical system processing the sample, and holding the interior at a constant vacuum pressure with a vacuum pump, the constant pressure chamber surrounding the sample room and a portion of the column, and a vacuum pump for the constant pressure chamber provided for the constant pressure chamber to reduce a pressure within the constant pressure chamber to a pressure equal to or lower than an atmospheric pressure such that the vacuum pressure within the sample room is held constant.

[Claim 6]

The constant pressure chamber and the irradiation apparatus using the constant pressure chamber according to any one of claims 1 to 5, wherein an elastic coupling mechanism is used for coupling between the sample room and the constant pressure chamber.

[Claim 7]

The constant pressure chamber and the irradiation apparatus using the constant pressure chamber according to any one of claims 1 to 5, further comprising a surface plate carrying the sample room thereon and surrounded by the constant pressure chamber, and a mount supporting the surface plate and extending into the air beyond the constant pressure chamber, wherein an elastic coupling mechanism is used for connection

between an end portion of the mount and the constant pressure chamber, and the interior of the coupling mechanism is held hermetically.

[Claim 8]

The constant pressure chamber and an irradiation apparatus using the constant pressure chamber according to any one of claims 1 to 5, wherein a mount supporting a surface plate carrying the sample plate thereon is surrounded by the constant pressure chamber.

[Claim 9]

The constant pressure chamber and an irradiation apparatus using the constant pressure chamber according to claim 7, further comprising a mechanical elastic body producing a pressure canceling a deformation amount of the sample room between the surface plate and the mount.

[Claim 10]

The constant pressure chamber and an irradiation apparatus using the constant pressure chamber according to claim 7, further comprising a linear motor having a fixed portion and a movable portion between the surface plate and the mount.

[Claim 11]

The constant pressure chamber and an irradiation apparatus using the constant pressure chamber according to any one of claims 1 to 5, wherein an optical component and a column

are supported in the sample room and are placed outside the constant pressure chamber, an elastic coupling mechanism is used for connection between the column, the optical component, and the constant pressure chamber, and the interior of the coupling mechanism is held hermetically.

[Claim 12]

The constant pressure chamber and an irradiation apparatus using the constant pressure chamber according to any one of claims 1 to 5, wherein a column supported by the sample room, or a projection optical system, or a reflection optical system is surrounded by the constant pressure chamber.

[Claim 13]

The constant pressure chamber and an irradiation apparatus using the constant pressure chamber according to claim 7, wherein an exhaust path of the column, or a projection optical system, or a reflection optical system is coupled through an elastic coupling mechanism.

[Claim 14]

The constant pressure chamber and an irradiation apparatus using the constant pressure chamber according to any one of claims 1 to 5, wherein a laser optical component placed in an atmosphere of air is supported with a support member by the sample room, the support member is surrounded, an elastic coupling mechanism is provided between the sample room and the constant pressure chamber, the interior of the constant

pressure chamber is maintained hermetically.

[Claim 15]

The constant pressure chamber and an irradiation apparatus using the constant pressure chamber according to any one of claims 1 to 5, wherein an elastic coupling mechanism is used for coupling between the constant pressure chamber and the sample room, and a sample carrying path and a sample room exhaust path for communication between the constant pressure chamber and the sample room are provided within the coupling mechanism.

[Claim 16]

The constant pressure chamber and an irradiation apparatus using the constant pressure chamber according to any one of claims 1 to 5, wherein an elastic coupling mechanism is used for coupling between the sample room and a preliminary room, and a hole for the communication serves as a sample carrying path and a sample room exhaust path.

[Claim 17]

The constant pressure chamber and an irradiation apparatus using the constant pressure chamber according to any one of claims 1 to 5, wherein a vacuum pump evacuating a column having an apparatus irradiating the sample with an electron beam is supported by the constant pressure chamber, and a low-rigidity coupling mechanism is provided between the column and the vacuum pump.

[Claim 18]

An apparatus of manufacturing a circuit pattern, irradiating a sample in the sample room with a charged particle ray, an X ray, a reduced X ray (EUV) or the like to form the circuit pattern on the sample, the sample room having the internal vacuum pressure held constant by the pressure within the constant pressure chamber, or the sample room having the internal vacuum pressure held constant by the pressure reduced to the atmospheric pressure or lower within the constant pressure chamber according to any one of claims 1 to 5.

[Claim 19]

An apparatus of testing a circuit pattern, irradiating a sample in the sample room with a charged particle ray, an X ray, a reduced X ray (EUV) or the like to test performance of the circuit pattern, the sample room having the internal vacuum pressure held constant by the pressure within the constant pressure chamber, or the sample room having the internal vacuum pressure held constant by the pressure reduced to the atmospheric pressure or lower within the constant pressure chamber according to any one of claims 1 to 5.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field to which the Invention Belongs]

The present invention relates to a vacuum room, an irradiation apparatus, a circuit pattern manufacturing

apparatus, or a circuit pattern test apparatus.

[0002]

[Prior Art]

In an apparatus for manufacturing and a testing a circuit pattern of a magnetic head or a semiconductor apparatus, or a circuit pattern of a mask or a reticle for forming a circuit pattern in a semiconductor apparatus, the manufacturing or the test of the circuit pattern have been performed by irradiating the samples with charged particle rays or reduced X rays (EUV). In this case, it is essential to use the charged particle rays, and electron beams in particular, in a vacuum.

[0003]

As the circuit patterns have smaller and smaller sizes, the use of X rays having a shorter wavelength than that of an excimer laser, reduced X rays, has been considered as a light source of a reduced projection exposure apparatus called a stepper or a scanner. It is also essential for the reduced X rays to be used in a vacuum or an atmosphere of low degree of vacuum.

[0004]

Description will hereinafter be made of an electron beam drawing apparatus which draws a circuit pattern on a sample with electron beams, by way of example.

[0005]

The electron beam drawing apparatus is an apparatus which

generates electron beams in an ultrahigh vacuum environment and performs scanning to form an LSI pattern on a semiconductor substrate or on a glass substrate called a reticle for use in an exposure apparatus such as a stepper.

[0006]

Fig. 4 shows the configuration of a conventional electron beam drawing apparatus.

[0007]

In Fig. 4, electron beams emitted in a column 1 are irradiated to a sample 10 placed on a stage 4 in a sample room 3. The position of the sample is managed by length measurement of a mirror 20 on the stage 4 with laser. Since the laser is susceptible to fluctuations in air and changes in atmospheric pressure in the air, an interferometer 21 is placed in a vacuum.

[0008]

The position of the sample is desirably measured with the column 1 used as a reference, so that the sample is attached to a lower face of a lid 3A of the sample room 3 which can be relatively easily synchronized with the column 1. The sample room 3 is mounted on a surface plate 8, and the surface plate 8 is supported by a mount 5 having the function of vibration isolation.

[0009]

A body rack 7 which supports the mount 5 is placed on a base 6 set on a floor 9. The column 1 is evacuated by a vacuum

pump 50 for the column such that the internal atmosphere thereof is held under high vacuum (for example,  $10^{-4}$  Pa or lower). The sample room 3 is evacuated by a vacuum pump 40 for the sample room such that the internal atmosphere thereof is held under high vacuum (for example, on the order of  $10^{-4}$  Pa).

[0010]

Next, a carrying path of the sample 10 will be described.

[0011]

The sample 10 is carried into a preliminary exhaust room 30 adjacent to the sample room 3 from the outside which is an atmosphere of air by a carrying apparatus 31 in the preliminary exhaust room 30, and a vacuum pump, not shown, is used to perform preliminary exhaust from an air state to a vacuum state. A valve 32 is opened at the time when the degree of vacuum substantially equal to that of the sample room 3 is achieved, and the sample 10 is carried onto the stage 4. After the drawing, the reverse path is taken such that the atmosphere is returned from the vacuum to the air in the preliminary exhaust room 30 and the sample 10 is carried to the outside.

[0012]

Through the series of operations described above, the sample can be carried with the sample room 3 maintained in the vacuum state to attain improvement in throughput. When the carrying apparatus and the valve are operated during drawing, vibrations occur which may lead to deteriorated drawing

accuracy. To address this, the vibrations are isolated by interposing a bellows 30A for the preliminary exhaust room which is a low-rigid (elastic) coupling member between the sample room 3 and the preliminary exhaust room 30, thereby permitting the carrying operation during the drawing. Since vibrations of the vacuum pump 40 for sample room exhaust also adversely affect the drawing accuracy, a bellows 40A for sample room exhaust is interposed between the pump 40 and the sample room 3.

[0013]

On the other hand, the vacuum pump 50 for column exhaust is connected to the column 1 via a bellows 50A for column exhaust and is held by a rack 51 supported on the surface plate 8.

[0014]

In the electron beam drawing apparatus, the path of electron beams is need to be held under high vacuum in order to prevent energy loss of the electron beams as described above. In the prior art apparatus configuration, however, the following problems are represented.

(1) Increase in length measurement error

Samples in recent years, wafers in particular, have been increased in diameter for the purpose of improving the productivity, so that the number of acquired chips per sheet is increased. This requires a larger stroke of a stage for moving the sample, and inevitably, the sample room is increased

in size. This increases the area of the sample room subjected to a vacuum negative pressure, and the following error factors are increased in the prior art apparatus configuration.

[0015]

The vacuum negative pressure deforms the sample room 3, which accordingly changes the positions of the interferometer 21 and an optical component 23 attached to the sample room 3 to cause length measurement errors. Fig. 5 shows changes in a laser optical system due to the deformation of the sample room 3. Fig. 6 shows deformation (fall) of the column 1 due to the vacuum negative pressure when the column 1 is evacuated. The following errors are caused.

i) Length measurement errors due to displacement  $\Delta X$  of interferometer

When the interferometer 21 is displaced  $\Delta X$ , errors are added by  $\Delta X$  to information of the sample position with the column used as the reference.

ii) Length measurement errors due to deformation  $\Delta Y$  of column

When the column 21 is displaced  $\Delta Y$ , errors are added by  $\Delta Y$  to information of the sample position with the column used as the reference.

iii) Abbe errors due to displacement  $\Delta Z$  of interferometer

When a stage pitching occurs  $\theta_p$  while the interferometer 21 is displaced  $\Delta Z$ , the following length measurement error occurs:

[0016]

$$\Delta Z \sin \theta_p$$

v) Cosine errors due to rotation  $\Delta\theta$  of interferometer

When the interferometer 21 is rotated  $\Delta\theta$ , the following length measurement error occurs.

[0017]

$$L(1 - \cos \Delta\theta)$$

L: measurement length

Increasing the rigidity of the sample room is a method to reduce the abovementioned errors. However, this method cannot avoid an increased load to the mount in association with the mass increase of the sample room.

[0018]

On the other hand, a conceivable calibration method is to measure the errors in advance and provide a correction value for control. Since the atmospheric pressure changes with time, the fixed correction value cannot achieve the calibration completely and real-time correction is required. This significantly complicates the system of the apparatus.

[0019]

The errors in i) and ii) described above can be reduced by using a structure in which reference light of the interferometer 21 is irradiated to a reference mirror 25 attached to the column 1 as shown in Fig. 7. However, this results in intricate optical axis adjustments to increase the working time.

(2) Influence on mount characteristics

When the preliminary exhaust room 30, the vacuum pump 40 for sample room exhaust, and the sample room 3 are connected with the low-rigid coupling mechanism such as the bellows, the influence of the vacuum negative pressure apparently applies a pressure in proportion to the area of the bellows to the sample room 3 as shown by arrows in Fig. 8. Thus, the vacuum negative pressure due to the bellows 30A for the preliminary exhaust room and the vacuum negative pressure due to the bellows 40A for the sample room exhaust act on the mount 5.

[0020]

These loads can be regarded apparently as a compressive force acting between the sample room 3, the preliminary exhaust room 30, and the bellows 40A for the sample room exhaust. Since the relative position between the carrying apparatus 31 and the stage 4 needs to be held in order to ensure the carrying accuracy of the sample, the mount 5 which supports the sample room 3 should produce a canceling force.

[0021]

[Problems that the Invention is to Solve]

When the mount is designed in view of the compressive force, however, it is difficult to know the influence of the compressive force on control characteristics. Solutions of this problem include JP-UM-B-1-28669 and JP-A-2001-210576. They have disclosed a method in which a cancel mechanism such

as an air spring is attached near a bellows connecting a preliminary exhaust room to a sample room to cancel a compressive force acting on the preliminary exhaust room and the sample room.

[0022]

In this method, the force produced by the cancel mechanism is directly applied to the sample room to distort the sample room. This results in a relative displacement of an interferometer attached in the sample room and a column to cause length measurement errors of a measuring instrument. The length measurement errors can be calibrated at a constant atmospheric pressure. However, when the atmospheric pressure varies as described above, real-time correction is needed to complicate the system of the apparatus, and the circuit pattern drawn on the sample is inaccurate to reduce the yields of the sample.

[0023]

The abovementioned problems are not limited to the electron beam drawing apparatus and are also found in a test apparatus using charged particle rays with electron beams in a vacuum, or an exposure apparatus using X rays and reduced X rays, or a test apparatus using X rays and reduced X rays.

[0024]

It is an object of the present invention to provide a constant pressure chamber or the like in which the measurement

errors of a measuring instrument are corrected to improve the yields of a sample having a pattern formed thereon.

[0025]

[Means for Solving the Problems]

As a solution of the abovementioned problems, the present invention is characterized in that a sample room having a constant vacuum pressure therein is surrounded by a constant pressure chamber, and pressure control means is provided for the constant pressure chamber to adjust the pressure within the constant pressure chamber such that the vacuum pressure of the sample room is held constant or at a pressure reduced to the atmospheric pressure or lower.

[0026]

Specifically, the sample room including a stage moving a sample, having an interferometer used for length measurement of a sample position attached thereto, and supporting a column, or a projection optical system, or a reflection optical system, and holding the interior at a constant vacuum pressure is surrounded by the constant pressure chamber, and the pressure control means is provided for adjusting the pressure within the constant pressure chamber such that the vacuum pressure within the sample room is held constant.

[0027]

Alternatively, the sample room including a stage moving a sample, having an interferometer used for length measurement

of a sample position attached thereto, and supporting a column, or a projection optical system, or a reflection optical system, and holding the vacuum pressure of the interior constant by the vacuum pump, and the pressure control means is provided for the constant pressure chamber for adjusting the interior of the constant pressure chamber such that the vacuum pressure within the sample room is held constant.

[0028]

[Mode for Carrying Out the Invention]

In the following, description will be made of an electron beam drawing apparatus shown in Fig. 1 as Embodiment 1 in order to facilitate the understanding of embodiments of the present invention in the first place.

[0029]

In Fig. 1, a constant pressure chamber 2 is placed on a base 6, in which a surface plate 8 having a sample room 3 placed thereon is supported by a mount 5. A stage 4 for placing a sample 10 is mounted in the sample room 3 and a column 1 is supported above the sample room 3. An interferometer 21 is attached to the sample room 3, and a laser optical component 23 is attached to the sample room 3. The pressure within the constant pressure chamber 2 is controlled to be a constant pressure by pressure control means 80 based on information of a pressure sensor 60 attached on an inner wall.

[0030]

The pressure control means 80 is formed of a fluid actuator such as an air exhaust pump, an air introducing leak valve, and an air compressor, and a control portion which acquires information of the pressure sensor 60 to provide a feedback signal to the actuator.

[0031]

A carrying apparatus 31, a valve 32, and a valve 33 for air are included in a preliminary exhaust room 30 attached to the constant pressure chamber 2, and the preliminary exhaust room 30 is connected to the sample room 3 via a bellows 30A for the preliminary exhaust room.

[0032]

A vacuum pump 40 for sample room exhaust attached to the constant pressure chamber 2 is connected to the sample room 3 via a bellows 40A for sample room exhaust. The column 1 supported by the sample room 3 is contained in the constant pressure chamber 2, and the column 1 and a vacuum pump 50 for column exhaust are coupled to each other by a bellows 50A for column exhaust.

[0033]

Next, the characteristics of the present configuration are described.

[0034]

The present configuration is characterized in that the atmosphere within the sample room 3, the atmosphere within the

constant pressure chamber 2, and the atmosphere of the air are isolated. This can provide the following effects for the two problematic points (the length measurement errors and the influence on mount characteristics) in the conventional configuration.

[0035]

#### Reduction in length measurement errors

In the present configuration, the vacuum negative pressure applied to the sample room 3 is determined by the pressure difference between the pressure within the constant pressure chamber 2 and the pressure within the sample room 3 and the surface area of the sample room 3. Thus, when the pressure within the constant pressure chamber 2 is controlled to be substantially the same as the air (approximately 10000 Pa), the sample room suffers from deformation equal to that in the conventional configuration.

[0036]

However, the pressure control means 80 controls the pressure within the constant pressure chamber so as to reduce the deformation of the sample room 3, and the calibration of the sample position allowing for length measurement errors is performed in a control portion of the apparatus, not shown. With the calibration, the pressures within the constant pressure chamber 2 and the sample room are held constant regardless of variations in atmospheric pressure after the

calibration. Thus, the column 1, the interferometer 21, the laser optical component 23 and the like are not deformed easily to enable drawing on the sample 10 with high accuracy.

[0037]

When the pressure within the constant pressure chamber 2 is held under low vacuum (for example, approximately 10 Pa) which is 1/1000 of the atmospheric pressure (approximately 10000 Pa), the vacuum negative pressure applied to the sample room 3 and the column 1 can be reduced to 1/1000 as compared with the conventional configuration. As a result, even when calibration of the sample position allowing for length measurement errors is not performed in the control portion of the apparatus, the length measurement errors due to the deformation of the sample room 3 and the column 1 can be reduced substantially.

[0038]

The reason why the length measurement errors can be reduced substantially will be described with reference to Fig. 2 which is a characteristic diagram showing the relationship between an atmospheric pressure  $P$  (Pa) on a vertical axis and a time  $T$  on a horizontal axis. Fig. 2(A) is a characteristic diagram A of atmospheric pressure  $P_{10}$  (1000 Pa), Fig. 2(B) is a vacuum pressure characteristic diagram B within the sample room 3, and Fig. 2(C) is a pressure characteristic diagram within the constant pressure chamber 2.

[0039]

The driving of the vacuum pump 50 is started at time  $T$ . As the time elapses since a start time  $T_0$  when the sample room 3 is evacuated, the vacuum characteristic B shows a constant vacuum pressure value  $P_1$  ( $10^{-4}$  Pa). The vacuum pressure value  $P_1$  is called a calibration value  $T_1$  or a reference value. Since the vacuum pressure at the calibration value  $T_1$  is generally constant, the sample room 3, if deformed, is maintained in a constant deformation state. The pressure control means 80 adjusts the pressure within the constant pressure chamber such that the vacuum pressure of the sample room 3 is held constant, thereby maintaining the constant deformation state of the sample room 3. In addition, calibration is performed at the calibration value  $T_1$  as the reference value of the measuring instrument such as the column 1, the interferometer 21, the laser optical component 23 and the like.

[0040]

As a result, the pressure within the constant pressure chamber is adjusted such that the vacuum pressure of the sample room 3 is held constant to maintain the constant deformation state of the sample room 3, so that the deformation of the sample room 3 can be reduced by the provision of the constant pressure chamber, and the rigidity of the sample room 3 can be reduced, or the sample room 3 can be thinned, reduced in weight or in cost. Since the deformation of the sample room 3 is held with

the small vacuum pressure value, the deformation amount is further reduced, the length measurement errors are reduced, and the pattern can be drawn accurately on the sample 10. This significantly improves the yields of the sample on which the pattern is formed.

[0041]

In addition, the pattern can be formed on the sample 10 by using the calibration value  $T_1$  as the reference value of the measuring instrument such as the column 1, the interferometer 21, and the laser optical component 23. The length measurement errors of the pattern can be reduced and the pattern can be drawn accurately on the sample 10 to improve significantly the yields of the sample 10 on which the pattern is formed.

[0042]

Once the calibration value  $T_1$  is determined, this is used as the reference value. This can eliminate the need to change the calibration value each time as in the prior art to omit the change operation in the measuring instrument and the like, which facilitates the measurement operation.

## 2) Reduced load on mount

The vacuum negative pressures of the preliminary exhaust room 30 and the vacuum pump 40 for the sample room exhaust communicating with the sample room 3 through the bellows 30A and 40A, respectively, are determined by the pressure

difference between the pressure within the sample room 3 and the pressure within the constant pressure chamber 2, and the area of each of the bellows. When the pressure within the constant pressure chamber 2 is approximately the atmospheric pressure, the vacuum negative pressure acting on the mount 5 is substantially the same as that in the conventional configuration.

[0043]

When the pressure within the constant pressure chamber 2 is reduced to the atmospheric pressure or lower, however, the vacuum negative pressure acting on the mount 5 is reduced in proportion. For example, when the pressure within the constant pressure chamber is held under a lower vacuum (for example, approximately 10 Pa) than the pressure of the sample room 3, the vacuum negative pressure is 1/1000 as compared with the conventional configuration, which hardly affects the control characteristics of the mount 5.

[0044]

For the mount used in such a low vacuum, a mechanical elastic body such as a spring having no risk of a leak of fluid or the like is more suitable for mounting as a pressure receiving medium rather than a mount in which a fluid such as air is used for the pressure receiving medium and a control medium. For the control medium, a mechanical actuator is more easily mounted, and especially, a linear motor is excellent

in controllability due to no contact of a movable portion and a fixed portion.

[0045]

The following effects are provided other than the improvement effects in 2) described above.

[0046]

In the conventional configuration of Fig. 5, the vacuum pump for column exhaust 50 is attached to the rack 51 supported by the surface plate 8 so as not to transfer the vibrations of the vacuum pump 50 directly to the sample room 3. In this case, the rack for holding the pump is increased in size to cause many demerits such as a higher cost and a larger space for mounting.

[0047]

Conventionally, when direct support of the vacuum pump in the sample room is desired, it is necessary to employ a vacuum pump with relatively small vibrations such as an ion pump. However, the ion pump has the disadvantage of a low exhaust speed which requires a long time to boost the column to a high vacuum.

[0048]

In the configuration of the present invention, since the sample room 3 and the constant pressure chamber 2 are connected to each other through the bellows 30A for the preliminary exhaust room and the bellows 40A and 50A for the vacuum pump,

they are almost isolated in terms of vibrations. Thus, not only the ion pump but also a turbo molecular pump involving relatively large vibrations and the like can be supported directly from the constant pressure chamber 2, so that it is possible to achieve a reduction in cost for fabricating the rack, isolation of vibrations, and a reduction in boost time through the use of the turbo molecular pump at the same time.

[0049]

Specifically, to hold the constant vacuum pressure value  $P_1$  within the sample room 3 as shown in Fig. 2(B), the pressure control means 80 reduces the pressure within the constant pressure chamber 2 to a pressure  $P_2$  (Pa) equal to or lower than the atmospheric pressure  $P_{10}$  such that the vacuum pressure value  $P_1$  of the sample room 3 is held constant as shown in Fig. 2(D).

[0050]

The pressure  $P_2$  shows the pressure characteristic C with smaller variations than the atmospheric pressure  $P_{10}$ . For the pump used in the pressure control means 80, only a pressure reducing pump can be used without requiring a pressurizing pump, so that the configuration of the pressure control means 80 can be simplified. Since the stress applied to the bellows 30A and 40A communicating between the sample room 3 and the constant pressure chamber 2 is reduced as compared with the use of the atmospheric pressure  $P_{10}$ , the bellows 30A and 40A can have longer lives accordingly. The value of the pressure  $P_2$  is one

tenth or smaller than the value in the atmospheric pressure  $P_{10}$ . If the pressure is one tenth or lower, the pressure characteristic varies slightly and only the pressure reducing pump can be used.

[0051]

Since the electron beam drawing apparatus is used as the example in Embodiment 1, the column is referred to. However, in an apparatus such as a stepper and a scanner, the similar effects can be provided by replacing the column with an apparatus which irradiates energy such as electrons and light including a projection optical system and a reflection optical system. This applies to Embodiment 2 and Embodiment 3 described below.

[0052]

Next, Embodiment 2 shown in Fig. 3 will be described.

[0053]

While the pressure within the constant pressure chamber 2 is assumed to be the atmosphere from the atmospheric pressure to the low vacuum in Embodiment 1, Embodiment 2 employs a configuration in which an atmosphere of a low vacuum or lower is assumed.

[0054]

An apparatus using a constant pressure chamber 2 will be described in the following.

[0055]

A mount 5 which supports a surface plate 8 is placed on a base 6. A sample room 3 is placed on the surface plate 8. A support stage 22 is attached to the sample room 3, and a laser optical component 23 is placed on the support stage 22. A constant pressure chamber 2 is supported on the base 6, and is connected to a column 1, the mount 5, and the support stage 22 via a bellows A1 for the column, a bellows 5A for the mount, and a bellow 22A for the support stage, respectively. The constant pressure chamber 2 is evacuated by a vacuum pump 60 for the constant pressure chamber such that the interior thereof can be maintained in an atmosphere from a low vacuum to a high vacuum.

[0056]

The characteristics of the present configuration are described.

[0057]

In the present configuration, the volume within the constant pressure chamber 2 is reduced in order to hold the pressure within the constant pressure chamber 2 efficiently in an atmosphere of a relatively high degree of vacuum. While the column 1, the mount 5, and the laser optical component 23 are placed within the constant pressure chamber 2 in Embodiment 1, they are placed in the air in the present embodiment, and each of them is connected to the constant pressure chamber 2 through the bellows, thereby allowing a pressure reduction in

the interior with relative ease.

[0058]

It is essential only that the pressure within the constant pressure chamber 2 should be maintained in a low vacuum or lower (for example 1 Pa or lower) as the effects of the present configuration. Thus, the vacuum pump 60 for the constant pressure chamber is attached instead of the pressure control means 80 as described in Embodiment 1.

[0059]

When the atmosphere within the constant pressure chamber 2 can be reduced to a certain pressure or lower, feedback control of the vacuum pump is not needed. This can substantially reduce the length measurement errors and the influence on mount characteristics.

[0060]

However, since the column 1, the mount 5, and the laser optical component 23 are placed in the air, the vacuum negative pressure is applied to the sample room 3 by the areas of the bellows 1A for the column, the bellows 5A for the mount, and the bellows 22A for the support stage connected to the constant pressure chamber 2. To reduce the deformation of the sample room, it is necessary to minimize the area of each of the bellows. Since the vacuum negative pressure to the column 1 by the vacuum pump 50 for the column exhaust is the same as that in the conventional configuration, the rigidity of the attachment

portion of the column and the sample room needs to be enhanced in order to suppress the deformation (fall) of the column.

[0061]

On the other hand, since the mount 5 is placed in the air, no limitations are imposed on a pressure receiving medium and an actuator, and a fluid such as air can be used.

[0062]

In Embodiment 3, when a single or a few samples are used in a sample room for experiments or the like, the sample room may be surrounded by a constant pressure chamber, the sample may be supplied or discharged by a bellows provided between the sample room and the constant pressure chamber or the sample may be placed in the sample room in advance.

[0063]

In this manner, in the embodiments of the present invention, the column is the irradiation apparatus which irradiates energy such as electron beams, light, and laser to the sample. Examples of the irradiation apparatus include the abovementioned electron beam drawing apparatus, a laser processing apparatus, and an exposure apparatus. This apparatus allows highly accurate exposure or test. When a single or a few samples are used in the sample room for experiments or the like, the preliminary exhaust room is not necessarily needed.

[0064]

[Advantage of the Invention]

As described above, according to the present invention, the pressure within the constant pressure chamber is adjusted such that the vacuum pressure of the sample room is held constant, so that the sample room can be maintained in a certain deformation state. The reduced deformation of the sample room 3 enables accurate drawing of the pattern on the sample to improve significantly the yields of the sample having the pattern formed thereon. In addition, since the calibration value is used as the reference value, the calibration operation with a measuring instrument or the like can be facilitated.

[Brief Description of the Drawings]

[Fig. 1] A side view of an electron beam drawing apparatus which employs a constant pressure chamber according to Embodiment 1 of the present invention.

[Fig. 2] A pressure characteristic diagram showing the relationship between a pressure and time in the electron beam drawing apparatus in Fig. 1.

[Fig. 3] A side view of an electron beam drawing apparatus which employs a constant pressure chamber according to Embodiment 2 of the present invention.

[Fig. 4] A side view showing an electron beam drawing apparatus in the prior art.

[Fig. 5] An explanatory diagram showing the problem in the electron beam drawing apparatus in Fig. 4.

[Fig. 6] An explanatory diagram showing the problem in the electron beam drawing apparatus in Fig. 4.

[Fig. 7] An explanatory diagram showing the problem in the electron beam drawing apparatus in Fig. 4.

[Fig. 8] A side view of an electron beam drawing apparatus which employs a sample room in the prior art.

[Description of Reference Numerals and Signs]

1 ... column, 1A ... bellows for column exhaust, 2 ... constant pressure chamber, 3 ... sample room, 3A ... lid, 4 ... stage, 5 ... mount, 5A ... bellows for mount, 6 ... base, 7 ... body rack, 8 ... surface plate, 9 ... floor, 10 ... sample, 20 ... mirror, 21 ... interferometer, 22 ... support stage, 22A ... bellows for support stage, 23 ... laser optical component, 24 ... transmitting glass, 25 ... reference mirror, 30 ... preliminary exhaust room, 30A ... bellows for preliminary exhaust room, 31 ... carrying apparatus, 32 ... valve, 33 ... valve for air, 34 ... rack for preliminary exhaust room, 40 ... vacuum pump for sample room exhaust, 40A ... bellows for sample room exhaust, 41 ... piping, 50 ... vacuum pump for column exhaust, 50A ... bellows for column exhaust, 51 ... rack, 60 ... pressure sensor, 70 ... rack for vacuum pump, 80 ... pressure control means.

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-282423

(P2003-282423A)

(43) 公開日 平成15年10月3日(2003.10.3)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-コ-ド <sup>7</sup> (参考)
H 0 1 L 21/027		G 0 1 B 11/00	B 2 F 0 6 5
G 0 1 B 11/00		G 0 3 F 7/20	5 2 1 5 F 0 4 6
G 0 3 F 7/20	5 2 1	H 0 1 L 21/30	5 4 1 L 5 F 0 5 6
			5 3 1 A

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2002-87678(P2002-87678)

(22) 出願日 平成14年3月27日(2002.3.27)

(71) 出願人 501387839

株式会社日立ハイテクノロジーズ  
東京都港区西新橋一丁目24番14号

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 水落 真樹

茨城県ひたちなか市大字市毛882番地 株  
式会社日立ハイテクノロジーズ設計・製造  
統括本部那珂事業所内

(74) 代理人 100068504

弁理士 小川 勝男 (外1名)

最終頁に続く

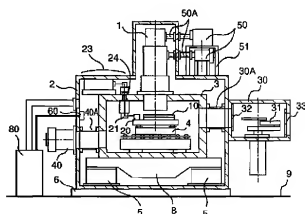
(54) 【発明の名称】 定圧チャンバ、それを用いた照射装置、回路パターンの製造装置及び回路パターンの検査装置

## (57) 【要約】

【課題】 パターンを形成した試料の歩留まりを向上することにある。

【解決手段】 試料室3を定圧チャンバ2により包囲し、試料室3内を真空ポンプ50で一定の真空圧力にし、圧力制御手段80により定圧チャンバ2内の圧力を試料室3の真空圧力が一定に維持されるように調整する。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 試料室を包囲する定圧チャンバと、前記試料室内を一定の真空圧力にする真空ポンプと、前記定圧チャンバに設けたこの内部の圧力を前記試料室内の真空圧力が一定に維持されるように調整する圧力制御手段とを備えていることを特徴とする定圧チャンバ。

【請求項 2】 試料室を包囲する定圧チャンバと、前記試料室内を一定の真空圧力にする真空ポンプと、前記定圧チャンバに設けたこの内部の圧力を前記試料室内の真空圧力が一定に維持されるように大気圧以下の圧力に減圧する定圧チャンバ用真空ポンプとを備えていることを特徴とする定圧チャンバ。

【請求項 3】 試料にパターンを電子、光、レーザ等のエネルギーを照射する照射手段を有する試料室と、前記試料室を包囲する定圧チャンバと、前記試料室内を一定の真空圧力にする真空ポンプと、前記定圧チャンバに設けたこの内部の圧力を前記試料室内の真空圧力が一定に維持されるように調整する圧力制御手段とを備えていることを特徴とする定圧チャンバを用いた照射装置。

【請求項 4】 試料を移動させるステージと、レーザ光学部品により試料位置の測長に使用される干渉計と、試料を加工する投影光学系を有するカラムとを支持すると共に、内部を真空ポンプにより一定の真空圧力に保つ試料室と、前記試料室とカラムの一部とを包囲する定圧チャンバと、前記定圧チャンバに設けたこの内部の圧力を前記試料室の真空圧力が一定に維持されるように調整する圧力制御手段とを備えていることを特徴とする定圧チャンバ及びそれを用いた照射装置。

【請求項 5】 試料を移動させるステージと、レーザ光学部品により試料位置の測長に使用される干渉計と、試料を加工する投影光学系を有するカラムとを支持すると共に、内部を真空ポンプにより一定の真空圧力に保つ試料室と、前記試料室とカラムの一部とを包囲する定圧チャンバと、前記定圧チャンバに設けたこの内部の圧力を前記試料室の真空圧力が一定に維持されるように大気圧以下の圧力に減圧する定圧チャンバ用真空ポンプとを備えていることを特徴とする定圧チャンバ。

【請求項 6】 請求項 1 から 5 のいずれか 1 項の記載において、前記試料室と定圧チャンバの間を弾性の連結機構により連結することを特徴とする定圧チャンバ及びそれを用いた照射装置。

【請求項 7】 請求項 1 から 5 のいずれか 1 項の記載において、前記試料室を載置すると共に定圧チャンバに包囲された定盤と、前記定盤を支持し、且つ定圧チャンバより大気中に延びるマウントと、マウント端部と定圧チャンバとの間に弾性の連結機構で接続し、この連結機構内を気密に保持していることを特徴とする定圧チャンバ及びそれを用いた照射装置。

【請求項 8】 請求項 1 から 5 のいずれか 1 項の記載において、前記試料室を載置する定盤を支持するマウント

を定圧チャンバで包囲することを特徴とする定圧チャンバ及びそれを用いた照射装置。

【請求項 9】 請求項 7 において、前記定盤とマウントとの間に試料室の変形量を相殺する圧力を生じる機械的弾性体を設けることを特徴とする定圧チャンバ及びそれを用いた照射装置。

【請求項 10】 請求項 7 において、前記定盤とマウントとの間に固定部と可動部とを有するリニアモータを設けることを特徴とする定圧チャンバ及びそれを用いた照射装置。

【請求項 11】 請求項 1 から 5 のいずれか 1 項の記載において、前記試料室に支持され、かつ定圧チャンバの外側に光学系部品及びカラムを配置し、前記カラム及び光学系部品と定圧チャンバとの間を弾性の連結機構で接続し、この連結機構の内側を気密に保持していることを特徴とする定圧チャンバ及びそれを用いた照射装置。

【請求項 12】 請求項 1 から 5 のいずれか 1 項の記載において、前記試料室に支持されたカラム、或いは投影光学系、或いは反射光学系を定圧チャンバにより包囲していることを特徴とする定圧チャンバ及びそれを用いた照射装置。

【請求項 13】 請求項 7 において、前記カラム、或いは投影光学系、或いは反射光学系の排気経路を弾性の連結機構を介して連結していることを特徴とする定圧チャンバ及びそれを用いた照射装置。

【請求項 14】 請求項 1 から 5 のいずれか 1 項の記載において、大気雰囲気中に配置されるレーザ光学部品を前記試料室により支持部材を支持し、この支持部材を包囲すると共に、前記試料室と定圧チャンバとの間に弾性の連結機構を設け、定圧チャンバ内を気密に維持することを特徴とする定圧チャンバ及びそれを用いた照射装置。

【請求項 15】 請求項 1 から 5 のいずれか 1 項の記載において、前記定圧チャンバと前記試料室との間を弾性の連結機構で接続し、この連結機構内に定圧チャンバと前記試料室との間を連通する試料搬送経路及び試料室排気経路であることを特徴とする定圧チャンバ及びそれを用いた照射装置。

【請求項 16】 請求項 1 から 5 のいずれか 1 項の記載において、前記試料室と予備室との間を弾性の連結機構により連通し、この連通穴が試料搬送経路及び試料室排気経路であることを特徴とする定圧チャンバ及びそれを用いた照射装置。

【請求項 17】 請求項 1 から 5 のいずれか 1 項の記載において、前記試料に電子線を照射する装置を有するカラム内を真空にする真空ポンプを定圧チャンバに支持し、カラムと真空ポンプとの間に低剛性の連結機構を設けることを特徴とする定圧チャンバ及びそれを用いた照射装置。

【請求項 18】 請求項 1 から 5 のいずれか 1 項の記載

において、前記定圧チャンバ内の圧力によって内部の真空圧力を一定に維持された試料室、又は前記定圧チャンバ内の圧力を大気圧以下の圧力に減圧された圧力によって内部の真空圧力を一定に維持された試料室であって、前記試料室内の試料に荷電粒子線、X線、及び縮小X線(EUV)等を照射し、試料に回路パターンを形成する装置であることを特徴とする回路パターンの製造装置。

【請求項19】 請求項1から5のいずれか1項の記載において、前記定圧チャンバ内の圧力によって内部の真空圧力を一定に維持された試料室、又は前記定圧チャンバ内の圧力を大気圧以下の圧力に減圧された圧力によって内部の真空圧力を一定に維持された試料室であって、前記試料室内の試料に荷電粒子線、X線、及び縮小X線(EUV)等を照射し、回路パターンの性能を検査する装置であることを特徴とする回路パターンの検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、真空室、照射装置、回路パターンの製造装置、又は回路パターンの検査装置に関する。

【0002】

【従来の技術】磁気ヘッドや半導体装置の回路パターン、半導体装置に回路パターンを形成するマスク、レチクルなどの回路パターンを製造または検査する装置において、これら試料に荷電粒子線、又は縮小X線(EUV)を照射して回路パターンを製造または検査することが行われている。このとき、荷電粒子線、なかでも電子線は、真空中で使用されることが必須である。

【0003】また、ステップ及びスキャナと呼ばれる縮小投影露光装置の光源は回路パターンの微細化に伴い、エキシマレーザより波長の短いX線、縮小X線の使用が検討されており、この縮小X線も真空中、或いは低真空度雰囲気中で使用が必須である。

【0004】以下、一例として、電子線を用いて試料に回路パターンを描画する電子線描画装置について説明する。

【0005】電子線描画装置は、超高真空の環境において電子線を発生し、走査することで半導体基盤上、或いはステップ等の露光装置に用いられるレチクルと呼ばれるガラス基盤上にLSIパターンを形成する装置である。

【0006】図4に従来の電子線描画装置の構成を示す。

【0007】図4において、コラム1内で発せられた電子線は、試料室3内のステージ4上に載置された試料10に照射される。試料位置はステージ4上のミラー20をレーザ測長することで管理される。レーザは大気中では、空気の揺らぎ及び気圧の変化に影響を受けやすい為、真空中に干涉計21を配置している。

【0008】また、試料位置はコラム1を基準として測

定したい為、コラム1と比較的同期しやすい試料室3の蓋3A下面に取付けている。試料室3は定盤8上に載置され、定盤8は振動絶縁の機能を有するマウント5により支持される。

【0009】更に、マウント5を保持する本体架台7は、床9に設置されたベース6上に配置される。コラム1はコラム用真空ポンプ50により真空排気され、内部の雰囲気を高真空(例えば $10^{-4}$  Pa以下)に保たれている。また、試料室3は試料室用真空ポンプ40により真空排気され、内部の雰囲気を高真空(例えば $10^{-4}$  Pa)に保っている。

【0010】次に、試料10の搬送経路について説明する。

【0011】試料10は試料室3と隣接する予備排気室30内の搬送装置31によって大気雰囲気である外部から予備排気室30内に搬送され、図示しない真空ポンプにより大気状態から真空状態へ予備排気される。試料室3と同程度の真空度になった時にバルブ32を開き、試料10をステージ4上に搬送する。描画後は逆の経路となり、予備排気室30内で真空から大気へと雰囲気に戻して、外部へと搬送する。

【0012】上記一連の動作により、試料室3が真空状態のまま試料の搬送が可能となり、スループットの向上が図られている。また、描画中に搬送装置、及びバルブを動作させると、描画精度の劣化に繋がる振動が発生してしまう。このため、試料室3と予備排気室30に低剛性(弾性)の連結部材である予備排気室用ベローズ30Aを介することで振動の絶縁を行い、描画中の搬送動作を可能にしている。また、試料室排気用真空ポンプ40の振動も同様に描画精度に悪影響を及ぼす為、試料室3との間に試料室排気用ベローズ40Aを介している。

【0013】一方、コラム排気用真空ポンプ50はコラム排気用ベローズ50Aを介して、コラム1に接続されており、定盤8に支持される架台51によって保持されている。

【0014】電子線描画装置では、前述したように電子線のエネルギー損失を防ぐ為に、電子線の経路を高真空に保つ必要があるが、従来の装置構成では以下のような問題点が挙げられる。

(1) 測長誤差の増加

近年の試料、特にウエハは、生産性を向上させる為に大口径化し、1枚当りのチップ取得数を増加させている。この為、試料を移動させるステージのストロークも大きくする必要があり、必然的に試料室も大型化する。これにより、真空負圧を受ける試料室の面積が増加し、従来の装置構成では以下のような誤差要因が増大される。

【0015】真空負圧により試料室3が変形し、それに伴い試料室3に取付けられている干涉計21、及び光学部品23の位置が変化し、測長誤差を生じてしまう。図5は試料室3の変形によるレーザ光学系の変化を示して

10

20

30

40

50

おり、図6はカム1を真空排気したときの真空負圧による変形（倒れ）の様子を示しており、以下のような誤差が生じてしまう。

i) 干渉計の変位 $\Delta X$ による測長誤差  
干渉計21が $\Delta X$ 変位すると、カム基準の試料位置の情報に $\Delta X$ だけ誤差が加わる。

ii) カムの変形 $\Delta Y$ による測長誤差  
カム21が $\Delta Y$ 変位すると、カム基準の試料位置の情報に $\Delta Y$ だけ誤差が加わる。

iii) 干渉計の変位 $\Delta Z$ によるアップ誤差  
干渉計21が $\Delta Z$ 変位した状態で、ステージのピッチングが $\theta$  p生じた場合、下記のような測長誤差を生ずる。

【0016】 $\Delta Z \cdot \sin \theta$

iv) 干渉計の回転 $\theta$ によるコサインエラー  
干渉計21が $\theta$ 回転すると、下記のような測長誤差を生ずる。

【0017】

$L(1 - \cos \theta)$       L: 測定長さ  
上記の誤差を低減する方法として、試料室の剛性を高くする方法が上げられるが、試料室の質量増加に伴うマウントへの負荷の増加は避けられない。

【0018】一方、予め誤差を測定して、制御に補正値を与えるなどの校正方法が考えられるが、大気圧は時間と共に変化する為、一定の補正値では校正しきれず、リアルタイムの補正が必要となり、装置のシステムが非常に複雑になる。

【0019】また、上記i)、及びii)の誤差については、図7のように干渉計21のリファレンス光をカム1に取付けられたリファレンスミラー25に照射する構造にすることで、低減することが可能であるが、光軸調整は煩雑になり、作業時間が増加する。

(2) マウント特性への影響

予備排気室30、及び試料室排気用真空ポンプ40と試料室3をベローズのような低剛性の連結機構で接続すると真空負圧の影響により、試料室3に対して、見かけ上図8の矢印で示すような、ベローズの面積に比例した圧力が加わる。従って予備排気室用ベローズ30Aに起因する真空負圧と、試料室排気用ベローズ40Aに起因する真空負圧がマウント5に作用する。

【0020】これらの負荷は、見かけ上、試料室3と予備排気室30、試料室排気用ベローズ40Aとの間に働く圧縮力と見なすことができる。試料の搬送精度を確保するには、搬送装置31とステージ4の相対位置を保持する必要がある為、これらの圧縮力に対して、試料室3を支持するマウント5は打消すような力を発生しなければならない。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】しかし、これらの圧縮力を考慮してマウントを設計する場合、圧縮力による制御特性への影響を把握することは困難である。本課題に

についての解決策として、実公平1-28669号公報、及び特開2001-210576号公報がある。これらは、予備排気室と試料室を接続するベローズの近傍に、空気バネ等のキャンセル機構を取付け、予備排気室と試料室に働く圧縮力を相殺する方法が開示されている。

【0022】これらの方法では、直接試料室に対して、キャンセル機構が発生する力が加わり、試料室は歪んでしまう。その結果、試料室内に取付けられる干渉計とカムに相対変位が生じ、計測器の測長誤差が生ずる。大気圧が一定の場合については、測長誤差を校正可能であるが、前述したように大気圧が変動した場合は、リアルタイムの補正が必要となり、装置のシステムが複雑になるばかりか、また試料に描かれた回路パターンが不正確で試料の歩留まりが悪い。

【0023】以上のような問題点は電子線描画装置に限られず、電子線を用いた荷電粒子線を真空中で使用する検査装置、或いはX線、縮小X線を用いた露光装置、或いはX線、縮小X線を用いた検査装置においても同様である。

【0024】本発明の目的は、計測器の測定誤差を正し、パターンを形成した試料の歩留まりを向上した定圧チャンバ等を提供することである。

【0025】

【課題を解決するための手段】上記課題に対する解決策として、本発明では、内部が一定な真空圧力を有する試料室を定圧チャンバにより包囲し、定圧チャンバに定圧チャンバ内の圧力を試料室の真空圧力が一定に維持されるように調整するか、或いは大気圧より減圧した圧力で維持する圧力制御手段を設けることを特徴とする。

【0026】即ち、試料を移動させるステージを内包し、試料位置の測長に使用される干渉計が取付けられ、カム、或いは投影光学系、或いは反射光学系を支持して、内部を一定の真空圧力に保つ試料室を定圧チャンバにより包囲し、定圧チャンバ内の圧力を試料室内の真空圧力を一定に維持するように調整する圧力制御手段を構成する。

【0027】或いは、試料を移動させるステージを内包し、試料位置の測長に使用される干渉計が取付けられ、カム、或いは投影光学系、或いは反射光学系を試料室で支持し、試料室内の真空圧力を真空ポンプにより一定にし、定圧チャンバ内を試料室の真空圧力が一定に維持されるように調整する圧力制御手段を定圧チャンバに設けて構成する。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態の理解を容易にするために第1の実施例として図1に示す電子線描画装置の構成から説明する。

【0029】図1において、ベース6上に定圧チャンバ2が配置され、内部に試料室3を載せた定盤8がマウント5により支持される。試料室3には試料10を載置す

るステージ4が搭載され、試料室3上方にカラム1を支持している。試料室3には干渉計21が取付けられ、レーザ光学部品23は試料室3に取付けられて構成される。定圧チャンバ2内の圧力は、内壁に取付けられた圧力センサ60の情報を基に、圧力制御手段80により一定の圧力になるよう制御される。

【0030】圧力制御手段80については、気体排気ポンプ、大気導入用バルブ、エアコンプレッサー等の流体用アクチュエータと、圧力センサ60の情報を取込み、フィードバック信号を各アクチュエータに与える制御部により構成される。

【0031】定圧チャンバ2に取付けられている予備排気室30内には搬送装置31とバルブ32、大気用バルブ33が具備されており、予備排気室用ベローズ30Aを介して試料室3に接続されている。

【0032】また、定圧チャンバ2に取付けられている試料室排気用真空ポンプ40は、試料室排気用ベローズ40Aを介して試料室3と接続される。試料室3に支持されたカラム1は定圧チャンバ2に包括され、カラム1とカラム排気用真空ポンプ50との間をカラム排気用ベローズ50Aにより連結されている。

【0033】次に本構成の特徴について説明する。

【0034】本構成の特徴は、試料室3内の雰囲気と、定圧チャンバ2内の雰囲気と、大気の雰囲気が隔離されていることである。このことにより、従来の構成で問題となった2つの項目（測長誤差、マウント特性への影響）に対して、以下に示す効果が得られる。

【0035】測長誤差の軽減

本構成では、試料室3に加わる真空負圧は、定圧チャンバ2内の圧力と試料室3内の圧力差、及び試料室3の表面積によって規定される。従って、定圧チャンバ2内の圧力がほぼ大気と同じ大きさ（10000Pa程度）で制御されていると、試料室は従来の構成と同等の変形を生ずる。

【0036】しかし、圧力制御手段80により定圧チャンバ2内の圧力を試料室3の変形を低減するように圧力を制御し、図示しない装置の制御部に測長誤差を見込んだ試料位置の校正を実施する。校正により、校正後は大気圧の変動に関わらず定圧チャンバ2内及び試料室内の圧力は一定に保持される為、カラム1、干渉計21及びレーザ光学部品23等が変形し難くなり、試料10に高精度の描画が可能となる。

【0037】また、定圧チャンバ2内の圧力を低真空（例えば10Pa程度）に保てば、大気圧（約10000Pa）の1/1000となる為、試料室3、及びカラム1に加わる真空負圧は従来の構成に比べて1/1000に低減できる。従って、装置の制御部に測長誤差を見込んだ試料位置の校正を実施しなくても、試料室3、及びカラム1の変形に起因する測長誤差は大幅に低減される。

【0038】即ち、測長誤差を大幅に低減できる理由を図2により説明する。図2は縦軸の気圧P（Pa）と横軸の時間Tとの関係を示す特性図である。同図（A）は大気圧 $P_{atm}$ （1000Pa）の特性図Aであり、同図（B）は試料室3内の真空圧力特性Bであり、同図（C）は定圧チャンバ2内の圧力特性図Cである。

【0039】時間Tにおいて真空ポンプ50の駆動を開始して、試料室3内の真空引きを開始した開始時間T<sub>0</sub>から経過するに伴い真空特性Bは一定の真空圧力値P<sub>1</sub>（10<sup>-1</sup>Pa）になる。この真空圧力値P<sub>1</sub>を校正値T<sub>1</sub>、

或いは基準値と称する。校正値T<sub>1</sub>の真空圧力は略一定であるから、試料室3が変形しても一定の変形状態で維持される。圧力制御手段80により、定圧チャンバ2内の圧力を試料室3の真空圧力が一定に維持されるように調整して、試料室3の一定の変形状態を維持すると共に、校正値T<sub>1</sub>において、カラム1、干渉計21、レーザ光学部品23等の計測器の基準値として校正をする。

【0040】この結果、定圧チャンバ2内の圧力を試料室3の真空圧力が一定に維持されるように調整して、試料室3の一定の変形状態を維持することにより、試料室3の変形は、定圧チャンバ2を設けた分だけ少なく、試料室3の剛性を小さくしたり、或いは試料室3を薄くしたり、軽くしたり、安くしたりすることができ、また小さい真空圧力値で試料室3の変形を保持するから、変形量は更に小さく、測長誤差が少なくなり、パターンを試料10に正確に描くことができるようになり、パターンを形成した試料の歩留まりが大幅に向上した。

【0041】更に校正値T<sub>1</sub>をカラム1、干渉計21、レーザ光学部品23等の計測器の基準値として試料10にパターンを形成できる。パターンの測長誤差が少なくなり、正確にパターンを試料10に描くことができるようになり、更にパターンを形成した試料10の歩留まりが大幅に向上した。

【0042】また校正値T<sub>1</sub>を決定したらこれを基準値として使用するの、従来のようにいちいち校正値を変更する必要がなく、計測器等での変更作業がなくなり、測定作業が容易になった。

2) マウントへの負荷軽減

試料室3とベローズ30A、及び40Aにより連通される予備排気室30、及び試料室排気用真空ポンプ40の真空負圧は、試料室3内の圧力と、定圧チャンバ2内の圧力差、及び各ベローズの面積によって規定される。定圧チャンバ2内の圧力が大気圧程度の場合、マウント5に作用する真空負圧は、従来の構成と同程度の大きさである。

【0043】しかし、定圧チャンバ2内の圧力を大気圧以下に減圧することで、マウント5へ作用する真空負圧の大きさは比例して減少する。例えば、定圧チャンバ2内の圧力を試料室3の圧力より低真空（例えば10Pa程度）に保てば、従来の構成に比べて1/1000の真空

負圧となり、マウント5の制御特性に殆ど影響を及ぼさないまでに減少する。

【0044】このような低真空中に使用するマウントについては、受圧媒体、及び制御媒体がエア等の流体を使用するマウントよりも、受圧媒体としては、流体の漏れなどリスクが無いパネ等の機械的な弾性体の方が実装に適している。また、制御媒体としては、機械的なアクチュエータの方が実装容易であり、特に、リニアモータは可動部と固定部が非接触な為、制御性が良い。

【0045】また、上記2)の改善効果以外では、次のような効果が挙げられる。

【0046】図5に示す従来の構成においては、コラム排気用真空ポンプ50の振動を直接試料室3に伝えないよう、定盤8に支持される架台51に取付けていた。この場合、ポンプ保持用の架台は大型化し、コストの増加並びに実装スペースの増加などデメリットが多い。

【0047】従来、試料室に直接真空ポンプを支持した場合は、イオンポンプのような比較的振動の少ない真空ポンプを採用する必要があった。但し、イオンポンプは排気速度が小さく、コラムを高真空まで立て上げる時間

が長くなる欠点がある。

【0048】本発明の構成では試料室3と定圧チャンバ2は、予備排気室用ベローズ30A、及び真空ポンプ用ベローズ40A、50Aにより接続されている為、振動的にほぼ絶縁されている。よって、イオンポンプに限らず、比較的振動も大きいターボ分子ポンプ等も定圧チャンバ2から直接支持することが可能であり、架台製作コストの低減、振動の絶縁、ターボ分子ポンプの使用による立上げ時間の短縮を同時に達成できる。

【0049】即ち、図2(B)に示すように試料室3内が一定の真空圧力値 $P_1$ を保持するために、圧力制御手段80により、図2(D)に示すように定圧チャンバ2内の圧力を試料室3の真空圧力値 $P_1$ を一定に維持するように大気圧 $P_0$ 以下の圧力 $P_2$ (Pa)に減圧する。

【0050】そうすると、圧力 $P_2$ は大気圧 $P_0$ に比べて、圧力特性Cの変動が少く、圧力制御手段80に使用するポンプでは加圧ポンプを必要とすることなく、減圧ポンプのみを使用すればよいから、圧力制御手段80の構成を簡素化できる。また試料室3と定圧チャンバ2との間を連通するベローズ30A、40Aに加わる応力は、大気圧 $P_0$ を使用した場合に比べて、小さくなった分だけ、ベローズ30A、40Aの寿命を延ばすことができる。圧力 $P_2$ の値は大気圧 $P_0$ における値の10分1以下の動きである。10分1以下であれば、圧力特性の動きが小さく減圧ポンプのみでよい。

【0051】尚、実施例1では電子線描画装置を例にしている為、コラムと表記したが、ステッパ、スキヤナ等の装置においては、投影光学系、或いは反射光学系等の電子、光等のエネルギーを照射する装置をコラムと置き換えて考えると同様の効果が得られる。以下、第2の実

施例及び第3の実施例についても同様である。

【0052】次に、図3に示す第2の実施例について説明する。

【0053】第1の実施例では定圧チャンバ2内の圧力を、大気圧から低真空までの雰囲気想定していたが、第2の実施例では、低真空以下の雰囲気を想定した構成となっている。

【0054】以下、定圧チャンバ2を使用した装置について説明する。

【0055】ベース6上には、定盤8を支持するマウント5が配置され、定盤8上には試料室3が設置される。試料室3には支持台22が取付けられ、支持台22上にはレーザ光学部品23が配置される。また、ベース6上には定圧チャンバ2が支持され、コラム1、マウント5、及び支持台22と各々コラム用ベローズ1A、マウント用ベローズ5A、支持台用ベローズ22Aを介して接続される。定圧チャンバ2は定圧チャンバ用真空ポンプ60により真空排気され、内部は低真空から高真空までの雰囲気に保つことが可能となる。

【0056】ここで、本構成の特徴について説明する。

【0057】本構成では、定圧チャンバ2内の圧力を比較的真空度の高い雰囲気に、効率よく保つ為に、定圧チャンバ2内の容積を抑えている。実施例1では、コラム1、マウント5、及びレーザ光学部品23を定圧チャンバ2内に配置していたが、本実施例ではそれらを大気中に配置し、各々ベローズにより定圧チャンバ2と接続することで、内部の圧力を比較的容易に減圧することが出来る。

【0058】本構成の効果は、定圧チャンバ2内の圧力を低真空以下(例えば1Pa以下)に保てれば良い為、実施例1で説明したような圧力制御手段80の代わりに定圧チャンバ用真空ポンプ60を取付けている。

【0059】これにより、一定の圧力以下に定圧チャンバ2内の雰囲気を減圧出来れば、真空ポンプをフィードバック制御する必要が無く、測長誤差、及びマウント特性への影響を大幅に低減可能なことである。

【0060】但し、コラム1、マウント5、及びレーザ光学部品23は大気中にある為、定圧チャンバ2と接続されるコラム用ベローズ1A、マウント用ベローズ5A、及び支持台用ベローズ22Aの面積分だけ、真空負圧が試料室3に加わる。よって、試料室の变形を小さくするには、各ベローズの面積を出来るだけ小さくする必要がある。また、コラム排気用真空ポンプ50によるコラム1への真空負圧は、従来の構成と同じである為、コラムの变形(倒れ)を抑える為には、コラムと試料室の取付け部の剛性を高くする必要がある。

【0061】一方、マウント5については、大気中にある為、受圧媒体、及びアクチュエータには制約が無く、エア等の流体を使用できる。

【0062】第3の実施例については、試料室で試料を

1個又は少数個を実験等で使用する場合には、試料室を定圧チャンバで包囲し、試料室と定圧チャンバとの間に設けたペローズにより試料を供給及び排出するか、予め試料室内に試料を配置しておいても良い。

【0063】このように、本発明の実施例では、カラムは試料に電子線、光、レーザー等のエネルギーを照射する照射装置である。照射装置として例えば前述の電子線描画装置、レーザー加工装置、露光装置である。この装置は高精度な露光、又は検査が可能である。また試料室で試料を1個又は少数個を実験等で使用する場合には、予備排気室は必ずしも必要としない。

【0064】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、定圧チャンバ内の圧力を試料室の真空圧力が一定に維持されように調整して、試料室の一定の変形状態を維持することができる。これにより、試料室3の変形が少ないだけ、パターンを試料に正確に描くことができるようになり、パターンを形成した試料の歩留まりが大幅に向上する。更に、校正値を基準値として使用するので、計測器等での校正作業が容易になった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に係わる定圧チャンバを使用した電子線描画装置の側面図。

【図2】図1の電子線描画装置における圧力と時間の関係を示す圧力特性図。

【図3】本発明の実施例2に係わる定圧チャンバを使用\*

【図1】

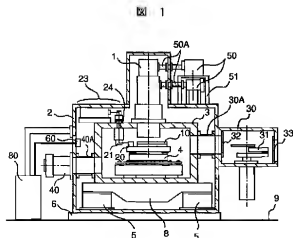


図 1

【図2】

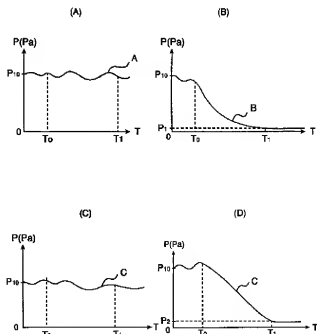


図 2

\*した電子線描画装置の側面図。

【図4】従来例の電子線描画装置を示す側面図。

【図5】図4の電子線描画装置における問題点を示す説明図。

【図6】図4の電子線描画装置における問題点を示す説明図。

【図7】図4の電子線描画装置における問題点を示す説明図。

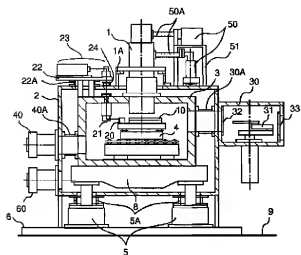
【図8】従来例の試料室を使用した電子線描画装置の側面図。

【符号の説明】

1…カラム、1A…カラム排気用ペローズ、2…定圧チャンバ、3…試料室、3A…蓋、4…ステージ、5…マウント、5A…マウント用ペローズ、6…ベース、7…本体架台、8…定盤、9…床、10…試料、20…ミラー、21…干渉計、22…支持台、22A…支持台用ペローズ、23…レーザー光学部品、24…透過ガラス、25…リファレンスミラー、30…予備排気室、30A…予備排気室用ペローズ、31…搬送装置、32…バルブ、33…大気バルブ、34…予備排気室用架台、40…試料室排気用真空ポンプ、40A…試料室排気用ペローズ、41…配管、50…カラム排気用真空ポンプ、50A…カラム排気用ペローズ、51…架台、60…圧力センサ、70…真空ポンプ用架台、80…圧力制御手段。

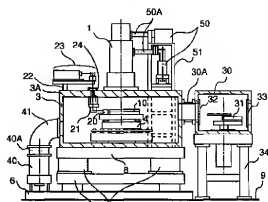
【図3】

図 3



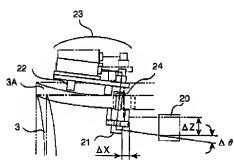
【図4】

図 4



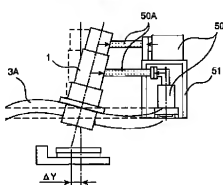
【図5】

図 5



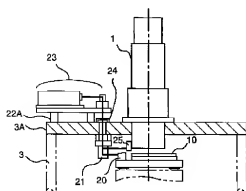
【図6】

図 6



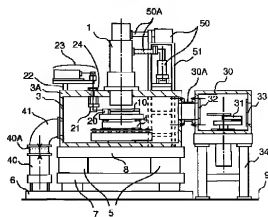
【図7】

図 7



【図8】

図 8



フロントページの続き

(72)発明者 福島 芳雅

茨城県ひたちなか市大字市毛882番地 株  
式会社日立ハイテクノロジーズ設計・製造  
統括本部郡珂事業所内

(72)発明者 松井 伸

東京都大田区下丸子三丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

Fターム(参考) 2F065 AA01 AA06 AA20 BB02 BB25  
CC17 DD06 DD14 EE05 FF55  
FF61 GG04 PP12 RR09  
5F046 AA22 CC01 CC03 CC16 DA07  
DA27 DB05 DC10 GA08 GA14  
5F056 CB05 CB22 EA12 EA14 EA16  
EA17